

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/324

H01L 21/477

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02105188.7

[43] 公开日 2002 年 10 月 2 日

[11] 公开号 CN 1372309A

[22] 申请日 2002.2.22 [21] 申请号 02105188.7

[30] 优先权

[32] 2001.2.22 [33] JP [31] 47181/01

[71] 申请人 三洋电机株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 萩野隆志 今尾和博 胁田贤
门前俊夫 尾方秀谦 中西史朗
森本佳宏

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

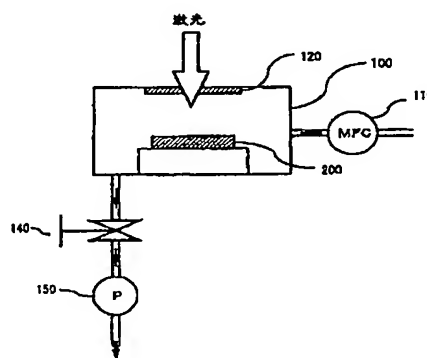
代理人 杨 凯 梁 永

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 多晶半导体层的制造方法及激光退火装置

[57] 摘要

利用激光进行的多晶化退火,在提高生产率的同时提高获得的多晶半导体膜的表面平滑性。当激光通过室窗 120 照射在退火室 100 内配置的非结晶半导体层上进行多晶化激光退火时,在常温下使退火室形成低真空($1.3 \times 10^3 \text{ Pa} \sim 1.3 \text{ Pa}$)。另外,该气氛中导入氮气、氢气、氩气等稳定气体。由于不是常压而是低真空,所以多晶半导体层的表面的平滑性与高真空退火同样高,另一方面,与高真空不同的是室窗 120 的粘污少,从而能够提高生产率。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

BEST AVAILABLE COPY

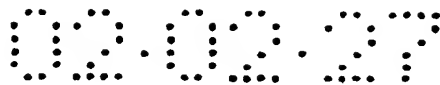
权 利 要 求 书

1. 一种多晶半导体层的制造方法，对非结晶半导体层进行激光退火、制造多晶半导体层，其特征在于：上述退火在低真空气氛下进行。

2. 权利要求 1 的多晶半导体层的制造方法，其特征在于：上述激光退火在 $1.3 \times 10^3 \text{Pa} \sim 1.3 \text{Pa}$ 的低真空压力范围内进行。

3. 权利要求 1 或 2 的多晶半导体层的制造方法，其特征在于：上述退火时，退火气氛中包含稳定气体。

4. 一种激光退火装置，利用激光通过室窗照射退火室内配置的处理对象，其特征在于包括：向退火中的上述退火室内导入稳定气体的导入部分；对上述退火室减压的泵；将上述退火室内的压力控制在 $1.3 \times 10^3 \text{Pa} \sim 1.3 \text{Pa}$ 的压力范围内的压力控制部分。



说明书

多晶半导体层的制造方法及激光退火装置

5 技术领域

本发明涉及利用激光进行的非结晶半导体层的多晶化处理。

背景技术

10 采用多晶硅 (p-Si) 作为激活层的薄膜晶体管 (以下称为 TFT) 与采用非晶硅 (a-Si) 的 TFT 比较, 切换能力高, 且通过自我匹配可以确定激活层的沟道位置, 从而具有可以使元件小型化、CMOS 化的特征。因而, 作为有源矩阵型的平板显示器 (例如液晶显示器) 等的像素切换元件和内置的驱动器, 正在开始进入实用化。

15 多晶硅膜可以通过加热已经成膜的非结晶硅膜并多晶化而形成, 但是作为形成硅膜的基片, 现在往往采用在低成本下容易大型化的熔点低的玻璃基片。作为多晶化的方法, 除了固相生长法, 还提出了短时间斜升热退火法 (RTA)、激光退火等, 虑及玻璃基片的低熔点, 现在考虑将可以低温处理的激光退火作为有效的多晶化退火。

20 上述的激光退火如图 4 所示, 被处理对象 200 置于退火室 100 中, 由配置于室外的光源通过室内形成的窗 (处理窗) 120, 向被处理对象照射激光 (准分子激光)。作为退火处理的气氛, 如果采用常压、氮气气氛, 则可以提高退火处理的生产量、优化生产率, 从而在现在多晶硅层的批量生产中正在尝试采用该常压、氮气气氛下的多晶化激光退火处理。

25 退火时室内的处理气氛是影响 p-Si 的表面粗糙度和结晶度的重要因素之一。上述常压、氮气气氛下的准分子激光退火能够实现多晶硅膜的高生产率, 但是, 本申请人的研究结果表明, 在上述常压、氮气气氛下, 难以控制 p-Si 的表面粗糙度, 会形成表面非常粗糙的

膜。为了解决表面粗糙的问题，如图 4 所示，可以设置排气泵使室 100 内形成真空，进行退火。

5 但是，在真空下进行准分子激光退火时，会发生退火室的处理窗内侧粘污的问题。由于粘污的速度非常快，如果不在很短的周期进行清除粘污的处理，在批量生产机的多晶化激光退火条件下，难以采用这样的真空气氛。

因而，本发明的目的在于实现能够形成表面平滑的多晶半导体膜且处理窗粘污少、适合于批量生产的激光退火方法。

10 发明内容

为了达成上述目的的本发明，其特征在于，对非结晶半导体层进行激光退火、制造多晶半导体层的方法中，上述退火在低真空气氛下进行。

15 本发明的其他特征在于，上述激光退火在 $1.3 \times 10^3 \text{Pa} \sim 1.3 \text{Pa}$ 的低真空压力范围内进行。

另外，本发明中，其特征在于，上述退火时，退火气氛中包含稳定气体。

20 如上所述，常压、氮气气氛下的激光退火形成的多晶半导体层的平滑性低。原因之一是，由于退火气氛中存在氮气，非结晶半导体层的表面或多或少形成氮气反应膜，通过该氮化膜的蓄热作用等，非结晶半导体层的激光退火条件部分地偏离了设定，由于偏离，因而多晶体的粒径发生差异。从而，如果在高真空条件进行激光退火，膜表面不会形成反应物，可以保持表面的平滑性而形成多晶半导体层。但是，退火室如果是真空，由于气体分子等的平均自由行程增大，通过激光照射，室内的半导体层周边飞散的粒子到达室窗并粘附在窗上，导致窗的粘污的问题。

25 本发明中，激光退火的条件为在低真空如 $1.3 \times 10^3 \text{Pa} \sim 1.3 \text{Pa}$ 的压力范围下，可以防止在非结晶半导体层表面粘附反应物等、制造

出表面平滑性高的多晶半导体膜。而且，与真空（高真空）比较，由于能够使分子的平均自由行程减少，因而能够充分减缓室窗的粘污速度。从而，可以高生产率地制造具有粒径均匀的平坦表面的多晶半导体层。

5 另外，本发明的其他特征在于，利用激光通过室窗照射退火室内配置的处理对象的激光退火装置包括：向退火中的上述退火室内导入稳定气体的导入部分；对上述退火室减压的泵；将上述退火室内的压力控制在 $1.3 \times 10^3 \text{Pa} \sim 1.3 \text{Pa}$ 的压力范围内的压力控制部分。

10 如果形成这样的装置结构，可以在退火室内高效制造表面平滑性高的多晶半导体层。

附图说明

图 1 是表示根据本发明的实施例的激光退火的主要结构的图。

15 图 2 是表示激光退火的压力条件和获得的 p-Si 的表面粗糙度的关系的图。

图 3 是表示激光的照射数与 p-Si 的粒径关系的图。

图 4 是传统的激光退火装置的结构图。

符号说明

20 100 退火室、110 质量流量控制器、120 室窗（处理窗）、140 压力控制阀（传导阀）、150 排气泵、200 被处理基片（非结晶半导体层）

具体实施方式

以下参考图面说明本发明的最佳实施例（以下称为实施例）。

25 图 1 是表示根据本发明的实施例的激光退火的主要结构的图。该装置具有承载形成有作为被处理对象的非结晶半导体（a-Si）膜的基片 200 的退火室 100，在该室 100 内设置有玻璃和石英等制成的透明处理窗（室窗）120。图中未示出的准分子激光光源（XeCl）发出

的脉冲激光经由规定的光学系统从该窗 120 照射到室 100 内的非结晶半导体膜上。

退火室 100 中, 连接有质量流量控制器 110, 在控制气体流量(质量)的同时向室 100 中导入后述的稳定气体。另外, 室 100 连接有排气泵 150, 并且, 该排气泵 150 与室 100 之间设置有用控制排气量即室 100 中的真空度的压力控制阀 140 (传导阀)。本实施例中, 泵 150 对室 100 排气, 一旦形成高真空状态, 接着通过调节压力控制阀 140、并且通过上述质量流量控制器 110 将规定的稳定气体导入室 100 内, 从而维持激光退火时室 100 内的压力在低真空(约 $1.3 \times 10^3 \text{Pa}$ ~ 约 1.3Pa) 状态。另外, 处理温度设定成室温。

通过质量流量控制器 110 导入室 100 内的气体, 可以采用在非结晶半导体的激光退火时, 不会因为化学反应而在半导体膜表面形成氧化膜的 N_2 、 H_2 、 Ar 、 Ne 等稳定气体(非活性气体)。在本实施例中采用其中的 N_2 。

图 2 是表示激光退火的压力条件(横轴)和获得的多晶硅膜的表面粗糙度(纵轴)的关系的图。表面粗糙度(nm)表示用原子力显微镜(AFM)测量的膜表面的峰谷的距离, 即膜的突出表面到膜的下面的距离, 由膜厚加上了膜表面的突出量的值形成。图 2 的例子中, 常温、氮气大气压(760 托)下通过准分子激光退火获得的 p-Si 膜对于目标膜厚 45nm, 表面粗糙度为 90nm~100nm。也就是说, 可以看出, 在该条件下, 粗糙的表面形状具有 p-Si 膜的膜厚 2 倍左右的波动。p-Si 膜具有作为晶体管的激活层的用途, 特别是, 在形成以该 p-Si 膜作为激活层, 其上面的层形成栅极的顶部栅极型晶体管的情况下, 当激活层发生大的凹凸时, 其上层无法形成精度高的栅极。从而, 会发生晶体管特性波动以及接触不良和断线等问题。

相对地, 如图 2 的例子, 本实施例的常温、氮气低真空(约 $1.3 \times 10^3 \text{Pa}$ ~ 约 1.3Pa)条件下激光退火后的 p-Si 膜的表面粗糙度在 60nm 左右。这与高真空条件(图 2 中为 1×10^{-6} 托: $1.3 \times 10^{-4} \text{Pa}$)下多晶

化的 p-Si 膜有大致相同的表面粗糙度,极大地提高了膜的平滑性。因而,即使是利用该 p-Si 膜制造顶部栅极型晶体管的情况下,也能够充分确保电气、结构的加工余量。

另外,利用该 p-Si 膜制造底部栅极型晶体管的情况下,同样也能够充分确保电气、结构的加工余量。

图 3 是表示激光退火装置中的脉冲准分子激光的照射数与该时刻形成的 p-Si 膜的粒径(任意单位)关系的图。另外,图 3 表示采用利用 XeCl 作为激光光源的准分子激光,激光功率为 $300 \sim 350 \text{ mJ/cm}^2$ 情况下的特性。用于多晶化的激光退火中,光学系统将激光整形成规定的矩形形状,相对之前的照射区域,每次移动规定的量(例如 $5 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$)到下一个的照射区域进行激光扫描,每照射一次就改变照射位置,照射非结晶硅膜。

图 3 中,膜平滑性佳的高真空条件的情况下,在初期形成的 p-Si 膜上实现大的颗粒尺寸(粒径),图 3 中该时刻的颗粒尺寸为 100。但是,随着装置的总照射数的增加,获得的 p-Si 膜的颗粒尺寸降低。当总照射数到达 9×10^5 次时,形成的 p-Si 膜的颗粒尺寸仅仅达到初期状态的颗粒尺寸的 70%。由于在用其形成薄膜晶体管时会极大地影响晶体管的特性,因而 p-Si 膜的颗粒尺寸不允许有大的粒径变化。

随着照射数的增加, p-Si 膜的粒径降低,这是由于退火室 100 的室窗 120 粘污、使激光的透过率降低,供给非结晶硅膜的激光束能量减少而引起的。由于窗 120 被粘污,透过率只要降低大约 4~5%,对 p-Si 膜的粒径就已经产生很大的影响。高真空条件($1.3 \times 10^{-3} \text{ Pa}$: 1×10^{-5} 托)下的退火中,照射数达到 3×10^5 次时,窗 120 的粘污变得显著,因而如果在高真空条件连续进行 1 天的退火,(当然还要看照射激光的功率等),必须每天进行数十次窗 120 的清洁处理。从而,高真空条件很难应用于 p-Si 膜的批量生产的激光退火装置。

相对地,本实施例中,在低真空条件(这里为 $1.3 \times 10^3 \text{ Pa}$: 10 托)进行激光退火,如图 3 所示,即使照射数到达 9×10^5 次时,形

成的 p-Si 膜的粒径也与初期状态时的粒径相同。这是因为在低真空条件下，室 100 内即使分子等虽然会飞散，但是由于室 100 内稳定气体的存在，分子的平均自由行程减少，从而粘污成分难于到达窗 120。因而，如果在低真空条件进行激光退火，窗 120 的清扫频率可以设置成例如 1 天 1 次或数周 1 次，不会降低生产率，可以形成粒径均匀、平滑性高的多晶硅膜。

发明的效果

如上所述，本发明中，通过低真空激光退火，可以高生产率地形成平滑性高、且稳定的多晶半导体膜。

说明书附图

图 1

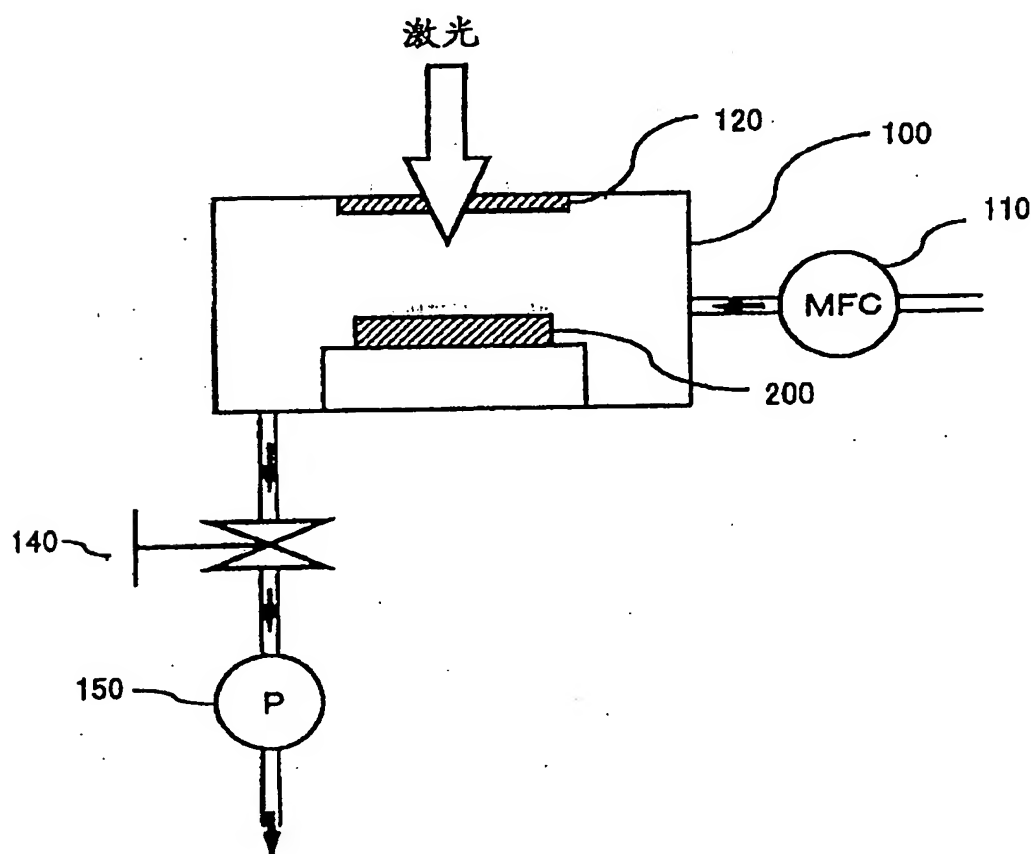


图 2

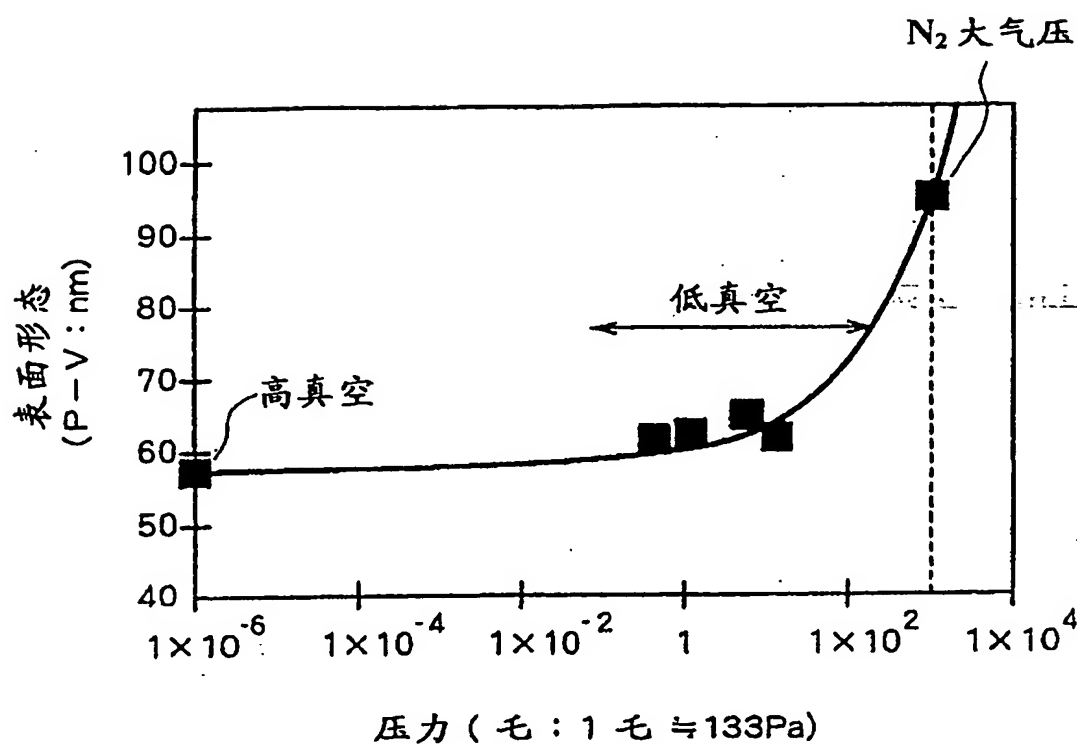


图 3

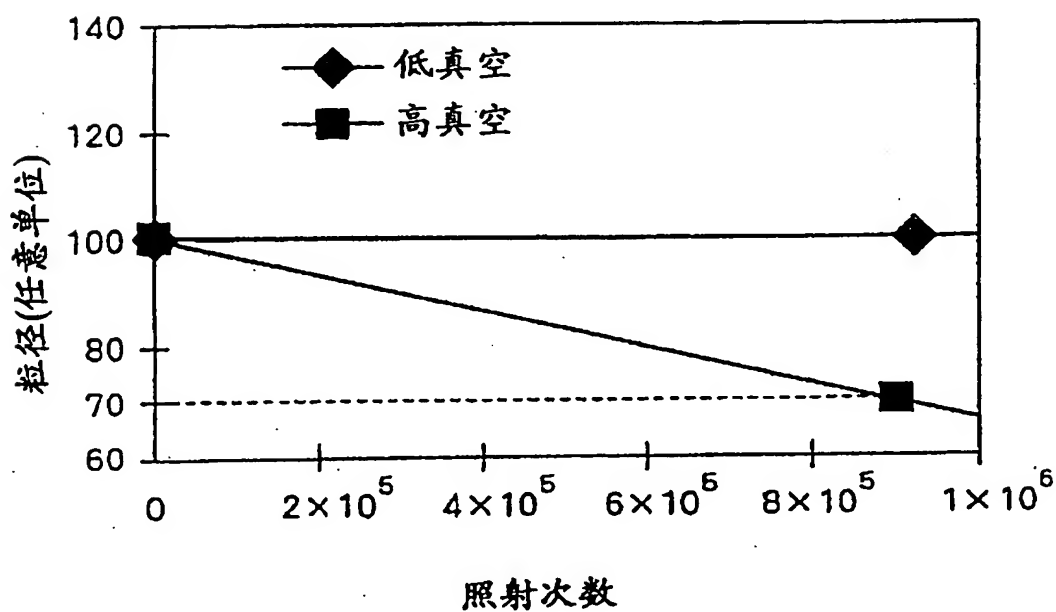
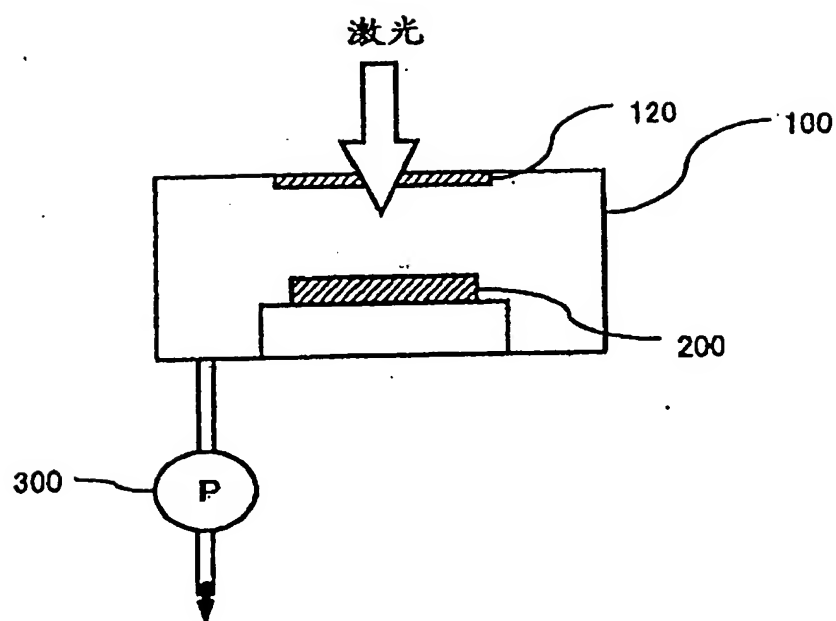


图 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.